

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-257752

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl.

G01N 27/72
G01N 25/02
G01N 33/20

(21)Application number : 08-066330

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 22.03.1996

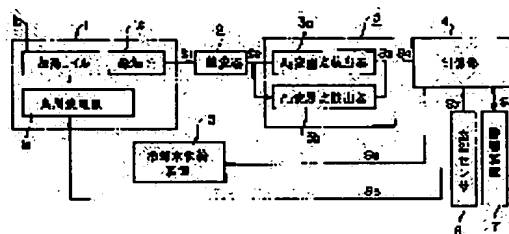
(72)Inventor : YAMAMOTO NORIYUKI
YAMAMOTO SHIGEO

(54) APPARATUS FOR DETECTING TRANSFORMATION POINT OF MEMBER TO BE HEATED BY HIGH FREQUENCY INDUCTION HEATING AND TEMPERING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily detect that the heating part of a member to be heated becomes a predetermined texture state at a time of tempering by providing a probe detecting the magnetic flux generated by the eddy current flowing to the member to be heated.

SOLUTION: A heating coil 1b allows the alternating magnetic field formed by the high frequency current from a high frequency power supply 1a to act on a member to be heated to generate an eddy current to heat the member to be heated. A probe 1c detects the magnetic flux generated by the eddy current of the member to be heated as the quantity of electricity. The A2- and A3-transformation point detectors 3a, 3b of a transformation point detector 3 detect A2- and A3-transformation points. That is, the A2 and A3- transformation points are detected from the signal S2 obtained by rectifying the output signal S1 of the probe 1c by a rectifier 2 and transformation point signals S3, S4 are outputted. A control part 4 overall controls a tempering apparatus inclusive of the high frequency powder supply 1a, a cooling water supply device 5 and an alarm device 7 by control signals S5, S6, S7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2940463

[Date of registration] 18.06.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-257752

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 27/72			G 0 1 N 27/72	
25/02			25/02	B
33/20			33/20	G

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-66330

(22) 出願日 平成8年(1996)3月22日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社
東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 山本 宜之

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 山本 繁夫

大阪府八尾市萱振町7丁目73番2号 日本
フェルスター株式会社大阪支社内

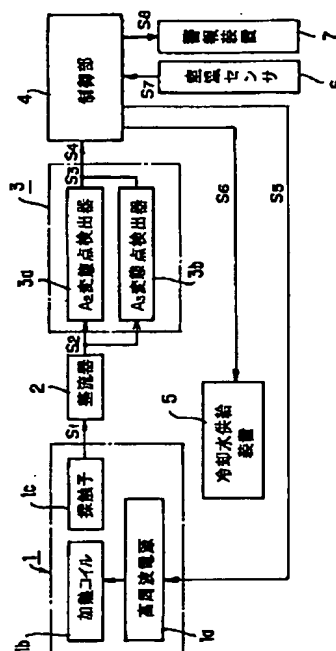
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置及び焼入れ装置

(57) 【要約】

【課題】 焼入れ時の理想のヒートサイクルを実現すべく A₁ 変態点に達したことを非破壊検査により検出し得る高周波誘導加熱による変態点検出装置を提供する。

【解決手段】 高周波誘導加熱機 1 の加熱コイル 1 b の近傍に配設した探触子 1 c で加熱コイル 1 b の磁束変化を電気信号 S₁ として検出し、この電気信号 S₁ の急変部を検知することにより変態点検出器 3 で A₁、A₂ 変態点を検出するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、

この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有することを特徴とする高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置。

【請求項2】 被加熱部材を誘導加熱する加熱コイルを有する高周波誘導加熱機と、加熱した被加熱部材を急冷するための冷却水を供給する冷却水供給手段と、高周波誘導加熱機及び冷却水供給手段を制御する制御手段とを有する高周波誘導加熱による焼入れ装置において、高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有する変態点検出手段と、変態点検出信号を入力してこの入力時から所定時間経過後に被加熱部材の加熱を停止するよう高周波誘導加熱機を制御するとともに、この停止から所定時間経過後に被加熱部材に冷却水を供給するよう冷却水供給手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする高周波誘導加熱による焼入れ装置。

【請求項3】 被加熱部材を誘導加熱する加熱コイルを有する高周波誘導加熱機と、加熱した被加熱部材を急冷するための冷却水を供給する冷却水供給手段と、高周波誘導加熱機及び冷却水供給手段を制御する制御手段とを有する高周波誘導加熱による焼入れ装置において、高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有する変態点検出手段と、変態点検出信号を入力してこの入力時から所定時間経過後に被加熱部材の加熱を停止するよう高周波誘導加熱機を制御するとともに、この停止から所定時間経過後に被加熱部材に冷却水を供給するよう冷却水供給手段を制御し、さらに加熱開始から変態点検出信号の入力迄の加熱時間を計測し、この加熱時間が予め定めた設定値の範囲外であるときには警報手段が警報を発するように制御す

る制御手段とを有することを特徴とする高周波誘導加熱による焼入れ装置。

【請求項4】 被加熱部材は鋼、変態点は鋼のA、変態点及び変態点信号はA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号であることを特徴とする【請求項1】～

【請求項3】の何れか一つに記載する高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置若しくは焼入れ装置。

【請求項5】 被加熱部材は鋼、変態点は鋼のA、変態点とA、変態点及び変態点信号はA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号とA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号であることを特徴とする【請求項1】～【請求項3】の何れか一つに記載する高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置若しくは焼入れ装置。

【請求項6】 探触子は渦電流が発生する磁束が鎖交するように配設したピックアップコイルであることを特徴とする【請求項1】～【請求項5】の何れか一つに記載する高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置若しくは焼入れ装置。

【請求項7】 変態点検出手段は、電気量を表わす電気信号の微分値を検出する微分回路と、電気信号の値が予め定められた所定範囲に収まっているか否かを検出するウインドコンパレータとを有し、電気信号の微分値が零で、しかもその電気信号の値が所定範囲に収まっていることを条件として変態点信号を送出するように構成したことを特徴とする【請求項1】～【請求項6】の何れか一つに記載する高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置若しくは焼入れ装置。

【発明の詳細な説明】

30 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置及び焼入れ装置に関し、特に加熱部材が所定の組織変態点に達しているか否かを判別する際に適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】高周波誘導加熱機を用いた金属の加熱処理は各種産業分野において汎用されている技術である。これは、高周波誘導加熱機の加熱コイルに高周波電流を流し、この結果発生する交番磁界を導電体の被加熱部材である金属に作用させて渦電流を発生させるとともに、この渦電流により発生するジュール熱により被加熱部材を加熱して焼入れ等を行なうものである。

【0003】この焼入れにおいては、例えば被加熱部材が鋼の場合、加熱によりオーステナイト組織迄もっていく必要がある。オーステナイト組織となっている鋼に冷却水を供給してこれを急冷することによりはじめて所望の焼入れ硬度が得られるからである。

【0004】一方、高周波誘導加熱による焼入れの場合、被加熱部材の表面からの焼入れ深さを規定する渦電流の生ずる深さ、すなわち渦電流密度が一定値に減る深

さは、表皮効果の影響を受けるため、次式(1)の関係
を有する。 * 【数1】

$$\frac{\text{渦電流の生ずる深さ}}{(\text{渦電流密度が一定値に減る深さ})} \propto \frac{1}{\text{渦電流(電流) 周波数} \times \text{透磁率} \times \text{電気伝導度}} \dots (1)$$

【0005】したがって、被加熱部材が特定されればその固有の物理定数である透磁率及び電気伝導度は特定されるため、周波数を特定することにより理論的に、目安としての焼入れ深さを適宜選定することができる。そこで、従来より焼入れ深さは高周波誘導加熱機の高周波電

源の周波数を指標として決定している。
【0006】一方、高周波誘導加熱を行なった場合、加熱を停止しても被加熱部材に固有の物理定数である熱伝導率に依り、注入された熱が被加熱部材の深部へ伝達される。このため、現実には、上式(1)により理論的に求まる焼入れ深さよりも若干深部迄焼入れがなされることが多い。

【0007】そこで、従来は、物理定数が異なる多くの被加熱部材についての実測と経験により、加熱時間及び加熱電力と焼入れ具合(硬度/ケースデプス)との関係を求めておき、この関係に基づいて適切なヒートサイクルを決定して実際の焼入れ作業を行なっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く従来技術に係る高周波誘導加熱による焼入れにおいては、このヒートサイクルを決定するのに実測値及び経験値等に頼っているため、被加熱部材及び焼入れ条件に応じて個別にヒートサイクルを決定しなければならないばかりでなく、この場合でも、特定のヒートサイクルにより実施した焼入れにより所定の焼入れ、すなわち鋼の場合には加熱部がオーステナイト組織となっているか否かについては被加熱部材の一部を破断して検査する必要がある。

【0009】特に、複数の加熱コイル(マルチコイル)を用いて複数箇所の同時焼入れを実施する場合には、特定の箇所で明確化した焼入れデータの他の箇所への置き換えに多数の破壊検査を要する。

【0010】このように従来技術においては高周波誘導加熱による焼入れにおいてその焼入れ品質の管理に多大の時間と費用とを要するという欠点がある。

【0011】本発明は、上記従来技術に鑑み、次の事項をその技術目的とするものである。

1) 被加熱部材の加熱部が焼入れ時の所定の組織状態(鋼であればオーステナイト組織)になっていることを容易に検出し得る高周波誘導加熱による被加熱部材の変態点検出装置を提供すること。

2) 1)の検出結果を利用した理想的なヒートサイクルを構築し得る高周波誘導加熱による焼入れ装置を提供すること。

3) 2)に加え加熱コイルの不良等、ハード面の異常状態も容易に検出し得る高周波誘導加熱による焼入れ装

置を提供すること。

【0012】上述の如く目的を設定し、その具体的な構成を考えるに当たっては次の原理及び知見を基礎とした。

【0013】図5は純鉄の温度変化に伴う長さや磁気の変化を示す特性図である。同図を参照すれば明らかな通り、磁気の強さは、約770℃のA₁変態点迄は一定で、このA₁変態点を越えると急速に低下して約910℃のA₂変態点に至り、これを越えると零近傍の一定値となる。

【0014】これは、A₁変態点迄は強磁性体、A₁変態点とA₂変態点との間は常磁性体、A₂変態点以上では非磁性体となるからである。

【0015】ここで、焼入れにより実現すべき状態はA₂変態点以上のγ鉄の状態である。このγ鉄の状態で純鉄はオーステナイト組織となっているからである。

【0016】したがってA₂変態点に達したことを検出できれば焼入れに必要な充分な加熱が行なわれたことが保証される。

【0017】図6は高周波誘導加熱の原理を概念的に示す説明図である。同図(a)に示すように、高周波誘導加熱では高周波電源1aにより加熱コイル1bに高周波電流を流して交番磁界を形成する。この交番磁界を同図(b)に示すように、磁性体である鋼等の被加熱部材Wに作用させるとこの被加熱部材Wに渦電流Eを生じる。そして、この渦電流Eはその大きさに応じた磁界を発生させる。この渦電流Eに応じた磁界は加熱コイル1bの近傍に設けする探触子1cに発生する電気量(電圧、電流)の大きさとして検出し得る。

【0018】したがって、探触子1cに発生する電気量(電圧、電流)の変化とA₂変態点とを関連づけることができればA₂変態点に達したことは検出可能である。

【0019】そこで、A₂変態点では電流が急変するはずであるとの予測の下、鋼材で形成した試料である被加熱部材Wを加熱コイル1bにより誘導加熱し、このとき探触子1cに流れる電流を測定したところ図7に示すような波形が得られた。この電流波形は、同図における“ON”の時点で加熱コイル1bに高周波電流を供給し、“OFF”の時点でこの供給を停止した場合のものである。

【0020】かかる実測結果に基づき、電流波形とA₂変態点との関係を被加熱部材Wの破壊検査により調べたところ、予測通り、図中にA₂変態点と記した電流の急変点それぞれA₂変態点であることが確認できた。

【0021】このようにA、A、変態点で電流が急変するのは、前述の如く、鉄が強磁性体から常磁性体へ、常磁性体から非磁性体へと物性が変化し、これに伴ない物理定数である透磁率が急変するからであると考えられる。

【0022】この結果、探触子1cにより加熱コイル1bの近傍の磁束の状態を把握することにより被加熱部材Wの加熱部がA、A、変態点に達していることを検出し得ることが判明した。

【0023】すなわち、鋼の場合であれば焼入れ時の加熱により実現すべき組織状態であるオーステナイト組織が形成されていることは、加熱部の温度を管理することなく、上述の如き電気量の把握によって検出し得る。このように、温度管理によらないでオーステナイト組織に達したことを保証し得るという事実は、A、変態点に対応する温度が鋼中の不純物の割合により変化し、A、変態点と加熱部の温度との間に一意的な関連がないことを考え合わせれば特に好都合である。ちなみに、鋼では炭素の含有量が増大すればする程、A、変態点温度が低下する。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記知見に基づいて技術目的を達成する本発明の構成は次の点の特徴とする。

1) 高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有すること。

【0025】2) 被加熱部材を誘導加熱する加熱コイルを有する高周波誘導加熱機と、加熱した被加熱部材を急冷するための冷却水を供給する冷却水供給手段と、高周波誘導加熱機及び冷却水供給手段を制御する制御手段とを有する高周波誘導加熱による焼入れ装置において、高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有する変態点検出手段と、変態点検出信号を入力してこの入力時から所定時間経過後に被加熱部材の加熱を停止するよう高周波誘導加熱機を制御するとともに、この停止から所定時間経過後に被加熱部材に冷却水を供給するよう冷却水供給手段を制御する制御手段とを有すること。

【0026】3) 被加熱部材を誘導加熱する加熱コイ

ルを有する高周波誘導加熱機と、加熱した被加熱部材を急冷するための冷却水を供給する冷却水供給手段と、高周波誘導加熱機及び冷却水供給手段を制御する制御手段とを有する高周波誘導加熱による焼入れ装置において、高周波誘導加熱時に磁性体である被加熱部材に流れる渦電流により発生する磁束を電圧及び電流等の電気量として検出するよう高周波誘導加熱機の加熱コイルの近傍に配設した探触子と、この探触子が検出した電気量を表わす電気信号を処理して被加熱部材の高周波誘導加熱による物性的組織の変態点に対応する電気信号の変化を検出し、この変態点に達したことを表わす変態点信号を送出する変態点検出手段とを有する変態点検出手段と、変態点検出信号を入力してこの入力時から所定時間経過後に被加熱部材の加熱を停止するよう高周波誘導加熱機を制御するとともに、この停止から所定時間経過後に被加熱部材に冷却水を供給するよう冷却水供給手段を制御し、さらに加熱開始から変態点検出信号の入力迄の加熱時間を計測し、この加熱時間が予め定めた設定値の範囲外であるときには警報手段が警報を発するように制御する制御手段とを有すること。

【0027】4) 上記1)～3)において、被加熱部材は鋼、変態点は鋼のA、変態点及び変態点信号はA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号であること。

【0028】5) 上記1)～3)において、被加熱部材は鋼、変態点は鋼のA、変態点とA、変態点及び変態点信号はA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号とA、変態点に達したことを表わすA、変態点信号であること。

【0029】6) 上記1)～5)において、探触子は渦電流が発生する磁束が鎖交するように配設したピックアップコイルであること。

【0030】7) 上記1)～6)において、変態点検出手段は、電気量を表わす電気信号の微分値を検出する微分回路と、電気信号の値が予め定められた所定範囲に収まっているか否かを検出するウインドコンパレータとを有し、電気信号の微分値が零で、しかもその電気信号の値が所定範囲に収まっていることを条件として変態点信号を送出するように構成したこと。

【0031】上記構成の本発明によれば、探触子で、被加熱部材の焼入れ部の渦電流による磁束を電気信号に変換して検出する。ここで検出される電気信号の急変部は、焼入れ部の変態点に対応しており、変態点検出手段はこの急変部を検出する。

【0032】したがって変態点検出手段の出力信号である変態点信号は、鋼の場合にはオーステナイト組織というように焼入れ部が所定の物性的組織に達したことを反映したものとなる。

【0033】かくして、変態点信号を基準に構築したヒートサイクルにより被加熱部材の不純物濃度等、組織の

如何にかかわらず理想的な焼入れを実現し得る。

【0034】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面に基つき詳細に説明する。

【0035】図1は本形態に係る焼入れ装置を示すブロック線図である。同図に示すように、高周波誘導加熱機1は、従来と同様の高周波誘導電源1a及び加熱コイル1bを有するものに探触子1cを配設したものである。加熱コイル1bは、高周波電源1aから供給される高周波電流により形成される交番磁界を被加熱部材（図示せず）に作用させてこの被加熱部材に渦電流を発生させることにより加熱する。探触子1cは被加熱部材の渦電流により発生する磁束を電圧、電流の電気量として検出するように加熱コイル1bの近傍に配設してある。この探触子1cは具体的にはピックアップコイル及びホール素子等により好適に形成し得る。

【0036】ここで、被加熱部材は鋼である。したがって、これを焼入れするにはA₁、変態点（キューリー点）を経てA₂、変態点に至り、オーステナイト組織となる迄加熱する必要がある。

【0037】そこで、変態点検出器3は、A₁、変態点検出器3a及びA₂、変態点検出器3bを有している。これらA₁、A₂、変態点検出器3a、3bはそれぞれA₁、A₂、変態点を検出する。すなわち、探触子1cの出力信号である電気信号S₁を整流器2で整流して得る電気信号S₂を入力し、この電気信号S₂の急変部であり、極大となる点を検出することによりA₁、A₂、変態点をそれぞれ検出し、A₁、A₂、変態点を表わすA₁、A₂、変態点信号S₁、S₂をそれぞれ送 outputsする。

【0038】本形態においては、探触子1c、整流器2及び変態点検出器3で変態点検出装置を構成している。

【0039】制御部4は制御信号S₃、S₄、S₅により高周波電源1a、冷却水供給装置5及び警報装置7をはじめ当該焼入れ装置の全般的な制御を行なうものであり、特にA₁、A₂、変態点信号S₁、S₂の入力により高周波電源1aによる加熱コイル1bに対する電流の供給を停止するとともに、冷却水供給装置5を制御して鋼の焼入れ部分に冷却水を供給するように構成してある。このとき、A₁、変態点信号S₁の入力から加熱を停止する迄の時間及び加熱を停止してから冷却水を供給する迄の時間は、理想的な焼入れのヒートサイクルを構築し得るよう別途実測により求めたデータに基づく時間とする。このため、制御部4は上記時間に関するデータを記憶している。

【0040】制御部4は、加熱開始時点からA₁、変態点に至る迄の時間の許容値も実測により求めた所定範囲のデータとして記憶している。この時間が許容値の範囲内に収まっていない場合には警報装置7を動作させる。許容値以下であれば急加熱となり過ぎ、また許容値以上であれば加熱コイル1bの鉄心の脱落等、ハード面での異

常が考えられるからである。

【0041】このとき、加熱開始時の室温を室温センサ6により室温信号S₆として制御部4に取り込んで参照することにより上記許容値を室温に合わせて補正するように構成してある。

【0042】図2は本形態に係る焼入れ装置により構築されるヒートサイクルを示す特性図である。同図に示すようにこのヒートサイクルは加熱モードI、待機モードII及び冷却モードIIIを有している。加熱モードIは加熱コイル1bの通電時、待機モードIIは通電の停止から実測により求めた熱の浸透期間、冷却モードIIIは冷却水により鋼を急冷する期間にそれぞれ対応している。

【0043】このヒートサイクルは室温から加熱が開始される鋼の温度特性を表わしており、A₁、変態点迄は強磁性体としての一定の透磁率であるので、加熱部の温度は直線的に上昇する。

【0044】A₁、変態点を通過して変態することにより上昇率は若干小さくなるが、温度は殆ど連続して直線的に上昇しA₂、変態点に至る。

【0045】A₂、変態点を通過すると鋼が非磁性体となるので温度上昇率が急激に減少するが、熱伝導率に基因する熱の浸透を考慮して実測により求めた所定時間の加熱を継続する。この結果、さらに若干の温度上昇を経た後、待ちモードIIに至って徐冷される。その後、冷却モードIIIで冷却水により急冷され、温度は急速に低下する。

【0046】このとき、制御部4は、A₁、変態点に至る迄の時間T₁、A₂、変態点から加熱を停止する迄の時間T₂、待機モードIIの時間T₃、及び冷却モードIIIの時間T₄をそれぞれ管理している。それぞれ、焼入れ時に異常を検出するため、高周波電源1aの通電を停止するため、所定の徐冷期間を確保するため及び所定の急冷期間を確保するためである。

【0047】かかる本形態においては、被加熱部材である鋼のA₁、変態点及びA₂、変態点は電気信号S₁の極大点に対応しているため、変態点検出装置3で検出したA₁、A₂、変態点信号S₁、S₂は、鋼が加熱によりA₁、A₂、変態点に達したことをそれぞれ表わす。

【0048】制御部4はA₁、変態点信号S₁に続き、A₂、変態点信号S₂の入力を契機として所定の時間T₁、T₂、T₃で高周波電源1aが通電を停止するよう、また冷却水供給装置5が冷却水を供給するとともにこの供給を停止するように制御する。

【0049】この結果、図2に示すヒートサイクルが実現されるのであるが、このとき鋼は必ずオーステナイト組織迄加熱した状態で急冷される。

【0050】また、A₁、変態点に達する迄の時間が所定範囲に収まらない場合には警報装置7による警報が発せられる。

【0051】上記実施の形態においては、A₁、変態点検

出器3bの他にA₂変態点検出器3aも設けたが、これはA₂変態点検出器3bだけでも良い。鋼がオーステナイト組織となっていることが保証されれば良いからである。ただし、上記形態の如く二個設け、A₂変態点信号S₃に続いてA₂変態点信号S₄が入力されることを制御部4における後の制御の条件とすることによりノイズ等の影響を受けることのない正確なA₂変態点の検出が可能となる。

【0052】また、被加熱部材は磁性体であれば鋼に限定する必要はない。同様に電気信号の急変により変態点を検出し得るからである。

【0053】【実施例】図3は図1の変態点検出装置3の具体的な構成の一例を示す回路図である。同図に示すようにウィンドコンパレータ8、9はA₂、A₁変態点をそれぞれ検出するためのものであり、電気信号（電圧信号）S₂が所定の設定値に収まっている場合に出力が“1”となる。このとき、ウィンドコンパレータ8の設定値はV_{ref1}、V_{ref2}（V_{ref1}<V_{ref2}）、ウィンドコンパレータ9の設定値はV_{ref3}、V_{ref4}（V_{ref3}<V_{ref4}）であり、図7と同一波形の図4に示すように、V_{ref1}<A₂変態点<V_{ref2}、V_{ref3}<A₁変態点<V_{ref4}となるように設定してある。

【0054】微分回路10は電気信号S₂の微分値をとるもので、しかもその微分値が零の場合に出力信号が“1”となる。

【0055】したがって、ウィンドコンパレータ8若しくは9と微分回路10との出力信号のAND論理をとることによりA₂、A₁変態点信号A₂、A₁を得る。AND回路11、12はこのためのものである。

【0056】A₂、A₁変態点信号S₃、S₄はオア回路13を介して出力される。

【0057】

【発明の効果】以上実施の形態とともに具体的に説明し*

*たように本発明によれば、焼入れの品質管理に必要な変態点に達したことを表わす変態点信号を得ることができる。

【0058】また、この変態点信号を用いて破壊検査を行なうことなく所定の変態点に達していることを保証し得る理想的な焼入れ時のヒートサイクルを実現し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック線図。

【図2】図1の実施の形態により実現する焼入れ時のヒートサイクルを示す特性図。

【図3】図1の変態点検出器の具体的な実施例を示す回路図。

【図4】図3におけるA₂、A₁変態点の検出原理を説明するための波形図。

【図5】純鉄の温度変化に伴う長さと磁気の変化を示す特性図。

【図6】高周波誘導加熱及び本発明の原理を概念的に示す説明図。

【図7】本発明の原理であるA₂、A₁変態点と渦電流による磁束変化により発生する電流との関係を示す説明図。

【符号の説明】

1 高周波誘導加熱機

1a 高周波電源

1b 加熱コイル

1c 探触子

3 変態点検出器

3a A₂変態点検出器

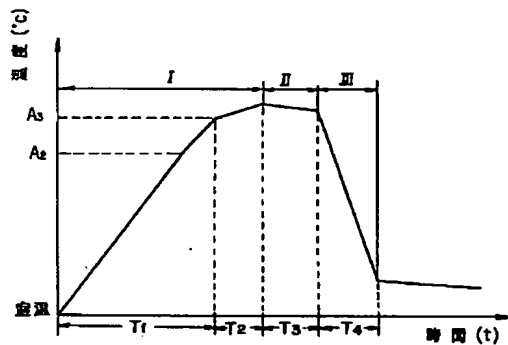
3b A₁変態点検出器

4 制御部

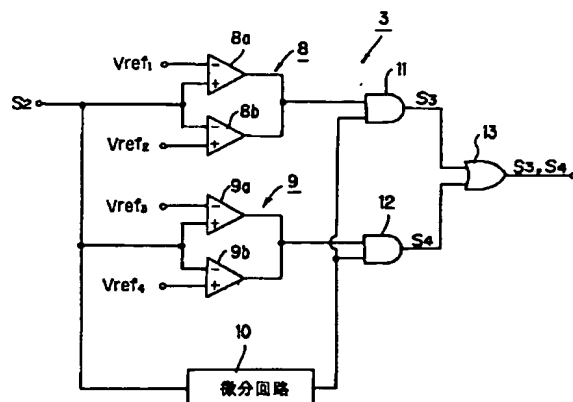
5 冷却水供給装置

7 警報装置

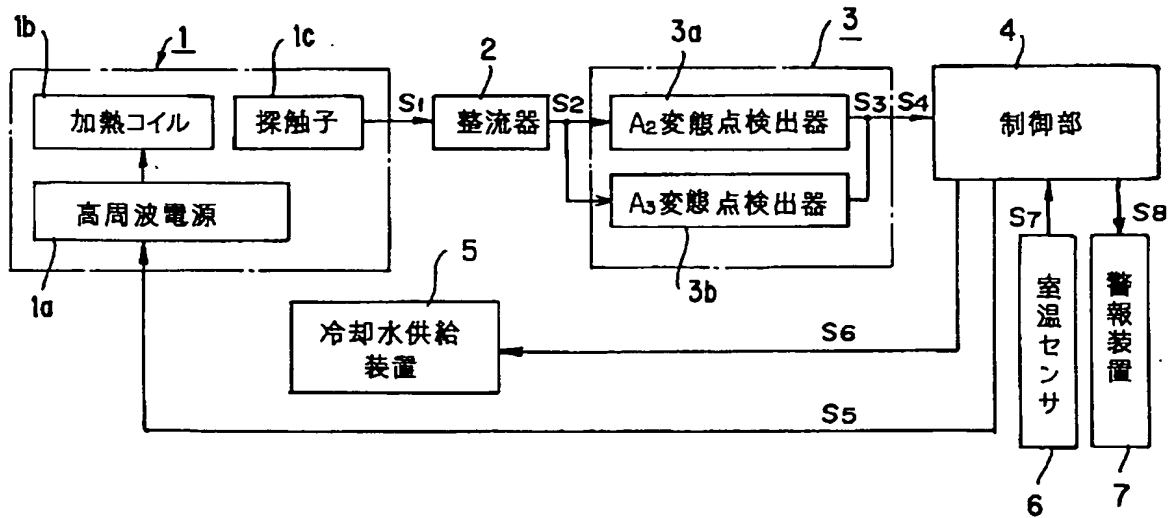
【図2】



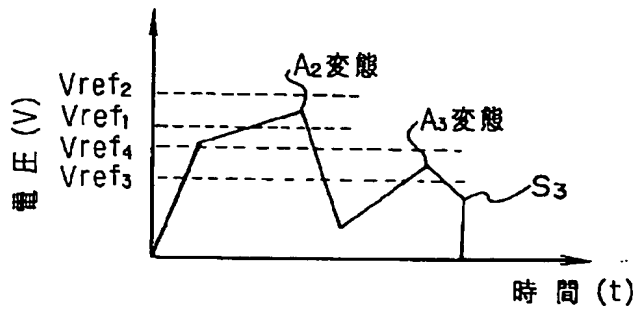
【図3】



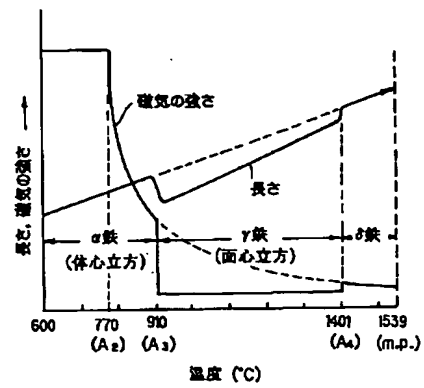
【図1】



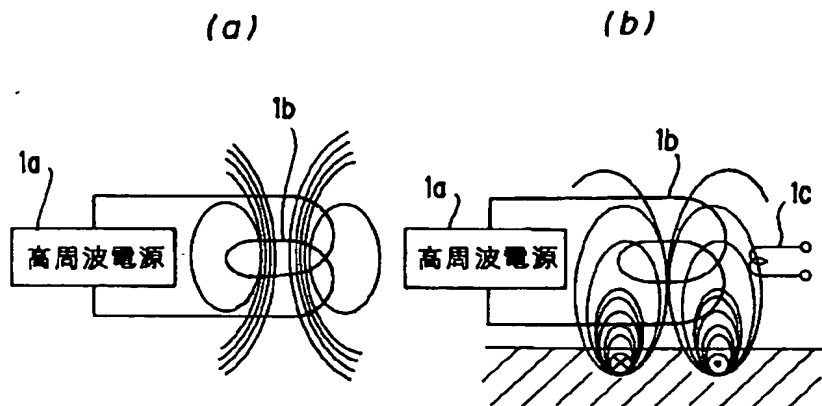
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

